التطور الجيولوجي لأراضي وسط وشرق شبه الجزيرة العربية

د. احمد رمضان شقلية*

يقصد بالتطور الجيولوجي لاراضي هذه المناطق الشرقية من الوطن العربي (شكل رقم — ١ —) ما طرأ عليها من تغيرات **تضاريسية** في اليابس والماء وتطورات حيوية (نباتية وحيوانية وبشرية) اتصفت بتعقيدها وطولها خلال ازمنة وعصور العمر الجيولوجي الطويل لها (٢) والذي بدأ مع تصلب قشرة سطح الارض وحتى العصر الجيولوجي الحديث (الهوليوسين) وقد نتج عن تلك التغيرات والتكوينات الجيولوجية القديمة والحديثة التي تتكون منها طبقة السالسيما والتي تختلف في تركيبها وم ادر موادها ، اي أن التطور الجيولوجي هو بحث تاريخ أراضي هذا الجزء من الوطن العربي من حيث نشأتها وتكوينها والتطور الحيوي عليها .

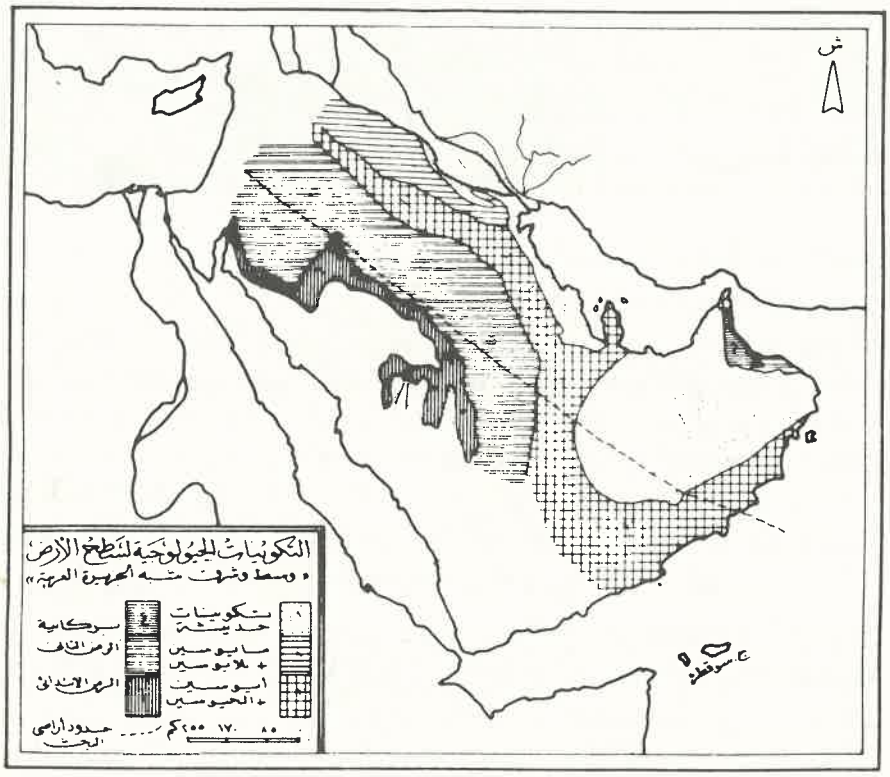
وهنا حقيقة علمية لا بد من ذكرها وهي أن الدراسات الجيولوجية الشاملة لشبه الجزيرة العربية قليلة وان وجدت فيما بعد الثلاثينات السابقة فقد انصب جميعها على هدف وغرض واحد هو البحث الجنوني عن مصائد النفط والغاز الطبيعي من قبل شركات النفط والتي اهملت ابحاثها الفوائد الاخرى المرجوة من الدراسات الجيولوجية .

وقد ثبت علميا انه يقف من وراء هذه التغيرات الجيولوجية ثلاث عوامل رئيسية تساهم معا أو كل منها على حدة حسب الموقع في ايجاد الصورة النهائية للتركيبات الجيولوجية لوسط وشرق شبه الجزيرة العربية ، وهي في هذا كغيرها من مناطق نطاق السالسيما للكرة الارضية .

وسنعرض لمفهوم هذه العوامل الثلاثة على أن يجيء بحث تأثير كل منها ضمن دراسة تكوينات كل عصر جيولوجي .

---

* مدرس جغرافيا في جامعة طرابلس بليبيا .
حصل على درجة الدكتوراة في الجغرافيا من جامعة القاهرة سنة ١٩٧٢ . عمل مدرسا في معهدي المعلمين والمعلمات بالبحرين — ومدرسا في جامعة قسنطينة بالجزائر .



شكل رقم ١

١ ــ العوامل التكتونيـــــه Endogenous Processes

(الباطنيـــة) : أي العوامل القادمة من طبقتي السيال والسيما الواقعتـــين اسفل السالسيما ، وتتمثل في التقلصات الارضية البطيئة والحركات السريعة البناءة أو الهدامة لمظاهر السطح الرئيسية والثانوية وبالتالي الكامشـــة أو الموسعة لمساحات المسطحات المائية القديمة . واهـــم هـــذه العوامـــل الالتواءات بجميع مراحلها وأنواعها والانكسارات بجميع انواعها ومظاهرها والحركات البناءة للقارات (٣) والزلازل والبراكين والنافورات الحارة .

وقد ساهمت جميع العوامل التكتونية في التغييرات الجيولوجية التـــي حدثت عبر سنوات العمر الجيولوجي لهذه المنطقة وخاصة الحركات البطيئة الالتوائية والبناءة للقارات والتي كانت تتحكم في مساحات البحار في هذه المنطقة وبالتالي في التوزيع الجغرافي للترسيبات البحرية (Marine Sedimentary rocks.) وهي أكثر الانواع انتشارا على سطح السالسيما والناتجة عـــن التوسع

البحري الطويل ، بينما كانت تنحت تلك الترسيبات البحرية بسبب الجذر البحري وتركها لعوامل النحـــت الظاهرية وتسمى صخورهـــا بالقارية (Continental rocks) ، وتختلط الترسيبات البحرية والقارية ببقايا الصور الحيوية النباتية والحيوانية والبشرية على شكل حفريات أو تكوينات جيولوجية عضوية ، وقد أدى هذا الى التعرف على تكوينات كل بحر (عصر جيولوجي) على حدة وحملها اسمه .

٢ ــ المظاهر الحيويـــة :

يقصد بها ما طرأ من تسلسل تطوري لصور الحياة النباتية والحيوانية الدنيا والراقية والبشرية عبر عصور هذا العمر الجيولوجي ، وما ساهمت به مظاهر الحياة تلك من تكوينات جيولوجية كالصخور العضوية الاصـــل (الكلسية ، الجيرية ، طبقات الفحم) والحفريات البحرية والقارية ومصائد النفط والغاز الطبيعي وهذه الاخيرة هي ما تشتهر به بعض صخور شرق شبـــه الجزيرة العربية ممثلا في عشرات المصائد النفطية والغازية والتـــي تأتي على رأس مثيلاتها في العالم .

٣ ــ عوامـــل النحـــت والارساب الظاهرية Exogenous Processes

وهي جميعا طبيعية الاصل رافقت في نشاطها تصلب السالسيما اي منذ بدء العمر الجيولوجي للارض في هذه المنطقة ممثلة في نشاط التفكك والنحت والنقل والترسيب الذي تقوم به عناصر الغلافين الغازي والمائي واهمها المياه الجارية والجليد المتحرك والهواء والرياح والتفاوت الحراري والرطوبة الجوية وذلك في جميع ما يواجهها أو تحتك به من تكوينات جيولوجية لتفككها وتنحتها وتنقلها ثم ترسبها ، أي تغير من مواقعها وخواصها السابقة الـــى مواضـــع وخواص جديدة ، وبالتالي أصبحت هذه العوامل وما تقوم به ضمن أسبـــاب التضليل واللاتأكيد في تتبع التسلسل الجيولوجي لتكوينات عصر أو زمن من عمر أراضي هذه المنطقة أو غيرها . اذ كثيرا ما كان عامل الزمن كفيلا باتاحة الفرصة لعوامل النحت والتعرية بازالة تكوينات عصر من العصور في منطقة وابقائها في منطقة اخرى مجاورة أو بعيدة كما سيتضح من بحث تكوينـــات العصور ، كما تؤدي بعض هذه العوامل الى ايجاد تكوينات جيولوجية ذات طابع جديد كالصخور الرملية والحصوية والمتحولة ... ومما سبق يستفاد بأن هذه العوامل الثلاثة متنامة ومتكاملة في عملها على شكل سلسلة متصلة من الاحداث الطبيعية تعتمد كل منها على الاخرى لاخـــراج الصـــورة النهائية للتركيبات الجيولوجية في هذه المنطقة أو غيرها من مناطق العالم .

أزمنة وعصور العمر الجيولوجي لوسط وشرق شبه الجزيرة العربية :

يقسم العمر الجيولوجي لهذه الاراضي العربية الى أربعة أزمنة وعصورها هي نفسها المتعارف عليها في العمر الجيولوجي لاي جزء من سطح كوكب الارض (الجدول رقم — ١ —) (٤) مع امكانية اختفاء تكوينات عصر أو جزء منه في هذا الاقليم أو ذاك كما سيتضح فيما يلي :

الزمن الاركي Archaenera أو زمن ما قبل الكمبري أو الزمن الابتدائي وفيه كانت جميع أراضي شبه الجزيرة العربية ضمن الاجزاء الشمالية لقارة جندوانا احدى القارات اليابسة القديمة (شكل رقم ٢) وبمعنى أضيق كانت جزءا من الدرع العربي الافريقي (٥) ذي الصخور النارية القديمة (الجرانيت) والمتحولة والتي اتصفت بمقاومتها للحركات الباطنية البطيئة والسريعة فيما عدا بعض الصور الطفحية وذلك نظرا لصلابتها واستقرارها ، وعليه فهي تعتبر الاساس الصلب القوي الذي بنيت عليه التكوينات الجيولوجية الاخرى (الاحدث) والذي يعطي كذلك الطمأنينة لساكني سطح أرض هذا الجزء من الوطن العربي بعدم حدوث أي نشاط باطني سريع على شكل زلازل أو براكين .

ولهذه الظاهرة حالات شذوذ تتمثل فيما يحدث نادرا من هزات أرضية في جبال عمان وهوامشها وهي كغيرها من مناطق جندوانا في هضبة الدكن وغرب استراليا وهضبة البرازيل .

وقد تميزت التكوينات الاركية هنا بأنها لم تظهر على السطح حتى الان في أي جزء من الاقليم ، كما ان جميع أعمال التنقيب عن النفط والغاز أو المعادن الاخرى وأعمال القطاعات الجيولوجية الراسية لم تصل الى هذه التكوينات نظرا لعمقها السحيق والناتج عن السمك العظيم الذي كونته رواسب الازمنة والعصور الجيولوجية التالية للاركي .

أما من الناحية الحيوية فمن الطبيعي أن هذا الزمن قد خلا من أي صورة للحياة النباتية والحيوانية ، كما ثبت ذلك من الدليل القاطع لدراسة المناطق المتعددة التي تظهر فيها صخور الاركي خارج الجزيرة العربية ، ذلك بالرغم من طول عمر ذلك الزمن والذي استغرق ما بين ٥٥٪ — ٧٥٪ من عمر الارض ، وهذا طبيعي لانه يمثل مرحلة انتقالية طويلة في تاريخ الارض الجيولوجي والتي تحولت قشرتها خلالها من حالة السيولة الى حالة الصلابة، وبالتالي عدم اتاحة الفرصة لاي مظهر حيوي بالظهور على تكويناته مما صانها من أي نوع من الحفريات او التكوينات العضوية .

الزمن الباليوزوي Palacozoic اي الزمن الجيولوجي الاول او ما يسميه البعض بزمن الحياة القديمة والذي استغرق نحو ٣٠٪ من العمر الجيولوجي لهذه المنطقة (نحو ٣٥١ مليون سنة)، وقد تعرضت تكويناته هنا للدراسة والتي دلت على تنوعها نظرا لتعدد الاحداث الجيولوجية خلال ذلك الزمن الطويل .

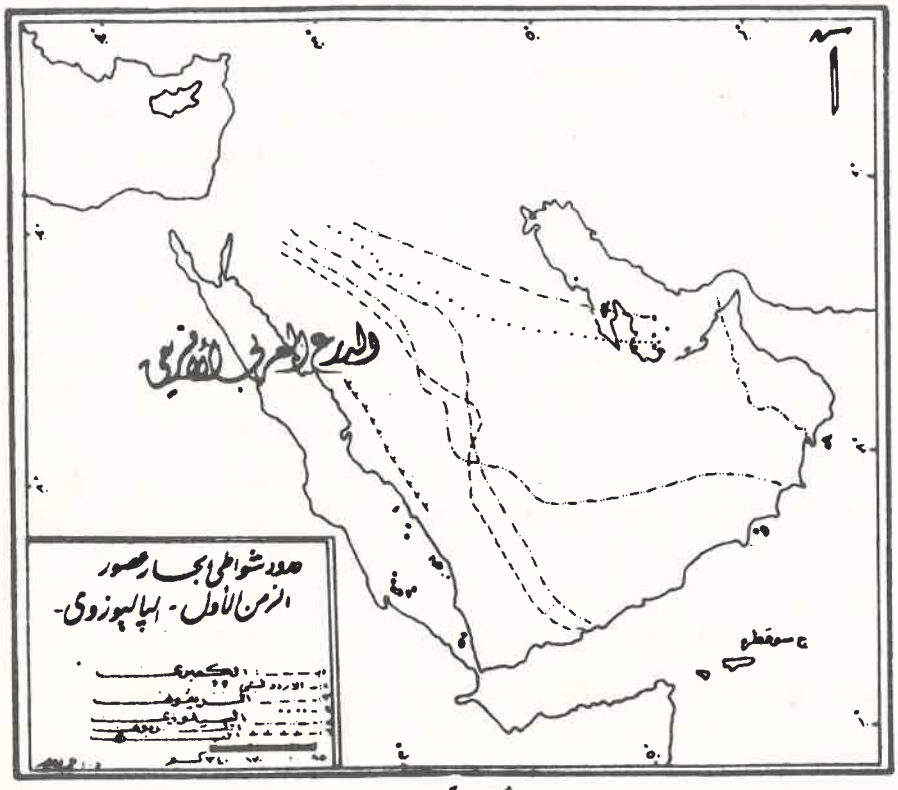
وقد قسم هذا الزمن الى ستة عصور متمايزة في عمرها واحداثها الجيولوجية كالتالي : —

١ — عصر الكمبري Cambrian استغرق نحو ٧٠ مليون سنة وفيه كانت معظم اراضي شبه الجزيرة العربية تقع ضمن حفرة ارضية كبيرة (Geosynclina) (٦) إحتل بحرتش القديم في هذا العصر معظم تلك الحفرة متخذا شكل بحر مغلق او شبه مغلق الا من فتحات عند موقع البحر الميت (بحر لوط) وفي اقصى جنوب شبه الجزيرة العربية وفي شمال موقع لجبال زاجورس (شكل رقم — ٢ —) وقد ترسبت في تلك البيئة البحرية سحنات قارية ضحلة على شكل حزام يمتد من البحر الميت شمالا حتى خط عرض مدينة الرياض (٢٤ ش) جنوبا وكذلك في اراضي دولة الامارات المتحدة وساحل الاحساء وجنوب العراق وغيرها من المناطق خارج اراضي هذا البحث .

وقد تميزت ترسيبات البحر الكمبري هذه بظواهر الاندفاع المحلي المحدود وتكوينات محلية ناتجة عن حوض من المتبخرات ، كذلك تكوينات تفتيتية وكلسية مخلوطة ببعض التكوينات الجبسية اما عن المظاهر الحيوية في هذا العصر فقد تركت لنا مخلفات حيوية تختلف من فترة الى اخرى من هذا العصر ، وقد ثبت الغنى الحيوي في التكوينات ما حول البحر الميت وعلى العكس في التكوينات الشمالية في شبه الجزيرة العربية .

٢ — وفي عصر الاردوفيشي Ordoyician (نحو ٧٠ مليون سنة)، لم يظهر لهذا العصر الجيولوجي القديم هنا اي نوع من التكوينات المماثلة لتكويناته في مناطق خارج البحث ، ويعلل هذا اما بانحسار البحر الاردوفيشي في هذه الفترة الجيولوجية عن الارض في هذه المنطقة دون أي نشاط في الارساب البحري ، أو انه استمر الى ما بعد البحر الكمبري لفترة قصيرة وقد نحتت ترسيباته حتى لم تترك لها اي اثر نتابع بواسطتها دراسة تكوينات ذلك العصر .

٣ — وفي السيلوري Silurlan (نحو ٣٥ مليون سنة) حدثت حركات باطنية ادت الى توسيع تلك الحفرة البحرية واصبح البحر السيلوري مفتوحا بالزوال التدريجي للعوائق الواقعة على الحدود الشمالية والجنوبية



شكل رقم ٢

والشرقية لشبه الجزيرة العربية (شكل رقم — ٢ —) ولقد ترك لنا ذلك البحر العميق طيلة عمر هذا العصر ترسيبات طباقية من الطفـــل والطفل المخلوط بالرمل متعاقبة مع الحجر الرملي وتزداد بشكل خاص في تكوينـــات الارض في **عمان** — وقد تراوح سمكها ما بين ١٠٧٢ — ٢٠٠٠ متر .

وقد لوحظ توقف تكوين المتبخرات Graptolites (٧) خلال هذا العصر وبالنسبة للنشاط الحيوي في السيلوري فقد ظهرت خلاله المسراجيـــات والجرابوليتات على شكل ملايين الحفريات (الصورة رقم — ١ —) ومـــن دراسة تكويناته ثبت حدوث عدة حركات رفع وخفض في قاع بحر او آخر في ذلك العصر حتى اصبح امتداد مياهه يتفاوت من فترة لاخرى نتيجة للصـــراع بينها وبين اليابسة المرتكزة عليها وبالتالي زيادة سمك بعض ترسيباته في حالة عمق البحر والعكس صحيح في بعضها في حالة انحساره .

٤ — وفي العصر الديفوني Devonian (نحو ٥٠ مليون سنة) لقد

قدمنا بأن كل عصر يعتبر تكملة للذي سبقه ومقدمة للذي يليه من العصور ، ففي هذا العصر استمر بحر تش في التراجع الذي بداه في أواخر السيلوري بسبب الارتفاع البطيء والمستمر لارضي وسط وشرق شبه الجزيرة واستمر هذا حتى أوائل العصر الكربوني (شكل رقـــم ــ ٢) وقد نتج عن ذلـــك أن اصبحت هذه الاراضي مسرحا حرا لعوامل التعرية الظاهرية حتى ازالت التكوينات الديفونية من على معظم أراضي هذه المناطق فيما عدا أراضـــي أقصى شرقا حيث بقي البحر عميقا في موقع الخليج العربي الحالي . وتتكون تكوينات هذا العصر من سحنات طفلية خشنة مخلوطة بالرمل مع طبقات جيرية ودولوميت ، وفي هذا العصر ظهرت الصور الحيوية على شكل أسماك حتى سمي هذا العصر بعصر الاسماك .

٥ ــ وفي العصر الكربوني (الفحمي) Carboniferous (نحو ٦٥ مليون سنة) . استمر البحر في التراجـــع البطيء نحو الشمـــال والشرق وبالتالي حرمان جميع أراضي شبه الجزيرة العربية من التكوينـــات الكربونية هذا فيما عدا ساحل الاحساء وجزر شرق شبه الجزيرة التي ثبت أنها بقيت ضمن قاع ذلك البحر تستقبل ترسيباته مثلها في ذلك مثل التكوينات الديفونية ، وتتمثل هذه التكوينـــات في سحنات شاطئية وقربهمـــــا أي أن شواطىء البحر الكربوني في أواخر انحسارها قد امتدت فيما بين أقصى شرق شبه الجـــزيرة وحتى نقطة تلاقي خط طول ٥ ٤١ شرقا وخط عرض ٥٠ ٢٩ شمالا (شكل رقـــم ــ ٢ ــ) .

أما بالنسبة للصور الحيوية الكربونية فقد كانت على شكل غطاءات نباتية كثيفة والتي تعتبر أساس التكوينات الفحمية الحجرية ان وجدت في مكان من هذه المناطق .

٦ ــ وفي العصر البرمي Permian (نحو ٥٥ مليون سنة) وهو اخر عصور الباليوزوي زمن الحياة الابتدائية استمر البحر في الاتجاه نحو الشمال والشرق بسبب الاستمرار البطيء في ارتفاع أراضي شبه الجزيرة العربية وخاصة جنوبها ووسطها أما في أواخره (البرمي الاعلى) توقفت حركـــة الارتفاع البطيء لتحل محلها حركة هبوط بطيئة من نوع البناءة للقـــــارات وبالتالي عودة البحر البرمي الى التوسع والامتداد نحو الجنوب والغرب ، وفي أواخره يعود البحر للانحسار نحو الشمال ، وقد نتج عن ذلك التوســـع ترسيبات بحرية في بعض المناطق فوق الترسيبات الديفونية السابقة لها وذلك في أقصى شرق شبه الجزيرة العربية بينما تقع مباشرة فوق تكوينات الكمبرى

في المناطق التي حرمت من مياه بحار عصور الاردفيشي والديفوني والكربوني حتى أواخر البرمي (شكل رقم —(٢)—) .

وتتكون الترسيبات البرمية من طبقات الحجر الجيري غير النقي نظرا لتكونها في المياه قرب الشاطئية ، كذلك منها ترسيبات الدولوميت ثم المتبخرات والتي توجد بكثرة في أراضي منطقة بحثنا هذا ، وقد تركت هذه التكوينات منذ أواخر هذا العصر وحتى بدء الزمن الثاني لعوامل النحت والتعرية حتى جاءت مياه بحر أوائل الزمن الميزوزوي ومعها ترسيباتها لتحميها من عوامل النحت الظاهرية ، وقد تميز هذا العصر كغيره بصورة حيوية أهمها الزواحف.

الزمن الميزوزوي Mesozoic أو الزمن الثاني زمن الحياة المتوسطة وقد قدر عمره بأقل من نصف عمر الباليوزوي اي نحو ١٦٠ مليون سنة .

تميز هذا الزمن بثلاثة عصور مختلفة في عمرها ، واحداثها التضاريسية والحيوية على يابس هذه المنطقة من الوطن العربي كما يأتي : —

١ — في العصر الترياسي Triassic (نحو ٣٥ مليون سنة) عاد فيه بحر تش القديم ليطغى ومن جديد على يابس هذه المنطقة باتجاه الغرب والجنوب وبالتدريج بعد ان ترك يابسها لنشاط تعرية العوامل الخارجية في أواخر الباليوزوي ، وقد بدأ في ترسيب التكوينات البحرية من الطفل والرمل والجبس وراقات الانهدريت ، واستمر هذا حتى الترياسي الوسيط ليبدأ بنشاط حركات الرفع الارضية وبالتالي تراجع البحر وبالتدريج وفي تقطع نحو الشرق والشمال حتى نهاية هذا العصر حين انحسر عن وسط شبه الجزيرة وبعض مناطقها الشرقية بينما بقي شرقيها مغمورا بمياه البحر ليستقبل ترسيبات من الحجر البحري والطفل وقليل من الحجر الرملي وراقات من الانهدريت ، كذلك تكون في اعقاب انحساره التدريجي المستقطع احواض بحرية معزولة عن بعضها ، أما عن النشاط الحيوي في هذا العصر فقد تمثلت بظهور صور الحياة الحيوانية والنباتية الوسيطة بين القديمة والحديثة .

٢ — وفي العصر الجوراسي Jurassic (نحو ٥٤ مليون سنة) استمر البحر في التراجع الوئيد وعوامل التعرية تنحت الترسيبات الترياسية حتى الجوراسي المتوسط حين أصاب أراضي شرق ووسط شبه الجزيرة انخفاض تكتوني ادى الى عودة البحر اليها ضمن عودته الى أراضي الشام وشرق العراق ، واستمرت عودة مياه البحر حتى أواخر الجوراسي حتى اصبح شرق ووسط شبه الجزيرة (شكل رقم —(٣)—) يغطى ببحر عميق لم تشاهد له مثيل منذ أوائل الباليوزوي .

وقد صاحب تقدم واستقرار ذلك البحر وكالعادة نشاط ترسيبي بحري على شكل سحنات جيرية وجيرية طينية دقيقة الحبيبات وصخور جيرية تفتيتية وطبقة سميكة من الانهدريت ومن أعلاها صخور جيرية ورملية ، وكنتيجة للتدقيق في الدراسات الجيولوجية النفطية في المنطقة ميز فيها بين اربعة انماط من المتبخرات ، وتعرف هذه الانماط الاربعة في شرق شبه الجزيرة بتكوينات (الهيث) وخير نموذج لها تكوينات حقل نفط (الغوار) ، كما ثبت انها تكونت في ظروف بحرية مقفلة ، ويحتكر النمط السفلي منها أهم حقول النفط في السعودية وقطر والبحرين ، ويقع الى اسفل منه تكوينات صخرية جيرية دقيقة الحبيبات وصخور جيرية ليوثوغرافية غير منفذة اتخذت شكل الطين الجيري غير المسامي .

وفي هذا العصر ظهرت الزواحف الكبرى كالديناصور والحيوانات البحرية كالاجونيت (الصورة رقم — ١ —) .

٣ — أما في العصر الطباشيري Cretaccaus (استغرق نحو ٧١ مليون سنة ويلاحظ أن عمره أكبر من العصرين السابقين) وفيه انخفض يابس شبه الجزيرة ليطغى عليه البحر الطباشيري ، ويتوقف تكوين المتبخرات وتندفع الى قاع البحر الترسيبات الصخرية والرملية والطينية .

وقد وجد أن الصخور الجيرية والرملية التفتيتية هي أول تلك الترسيبات وتكونت على شكل طبقة ضحلة في الوسط بينما تزداد سمكا كلما اتجهنا الى شرق شبه الجزيرة وتصبح على شكل صخور جيرية وجيرية طفلية ثم طفلية .

وهناك رأي يقول بأن تقدم البحر نحو الغرب والجنوب الغربي كان على فترات والدليل على ذلك تبادل السحنات البحرية مع السحنات القارية في وسط وغرب شبه الجزيرة . وبالتدقيق في التكوينات الطباشيرية وجد أن هناك حزاما سميكا منها قد تكون في الطباشيري الوسيط يغطي شرق شبه الجزيرة كله . وفي الفترة الوسيطة منه أصاب يابس شبه الجزيرة العربية حركة رفع راسية (٨) ادت الى انحسار انحاء البحر نحو الشرق والشمال الشرقي بالتدريج تاركا وراءه حوضا ترسيبيا طباشيريا عظيم المساحة ، وعلى أثر ذلك الانحسار البحري تكونت سلاسل من القباب والطبقات المائلة التي لا يزيد ميل جوانبها على بضع درجات تمتد من جنوب العراق شمالا وحتى يابس دولة قطر جنوبا ، وقد ساعد على تكوينها وسهولة حركة الرسوبيات الملحية الكمبرية الهائلة وتأثرها بأقل الضغوط .

ويقال ان مجموعة جزر دولة البحرين والجزر الكويتية قد تكونت في هذا العصر ضمن حركات الوضع التي اشتهر بها الطباشيري المتأخر .

وفي الطباشيري المتوسط (٩) بدأ بحر تش في الامتداد نحـو الغرب على اثر حركة انخفاض لاراضي شبه الجزيرة العربية ، واستمر في امتداده حتى وصل اوجه في نهاية هذا العصر (١٠) ومن نتائج هذا الطغيان البحري ترسيب سحنات بحرية متمثلة في صخور رملية جيرية طباقية تزداد سمكا في الشرق عنها في وسط شبه الجزيرة بينما هي سميكة نسبيا في جميع انحاء شبه الجزيرة .

اما عن النشاط الحيوي في هذا العصر فقد تمثل في اندثار الزواحف الكبرى الحياة الحديثة) والذي بدأ منذ نحو ٦٣ مليون سنة وحتى يومنا هذا وظهور بعض النباتات ذات الزهور .

الزمن الجيولوجي الثالث (Cainozoic) اوزمن

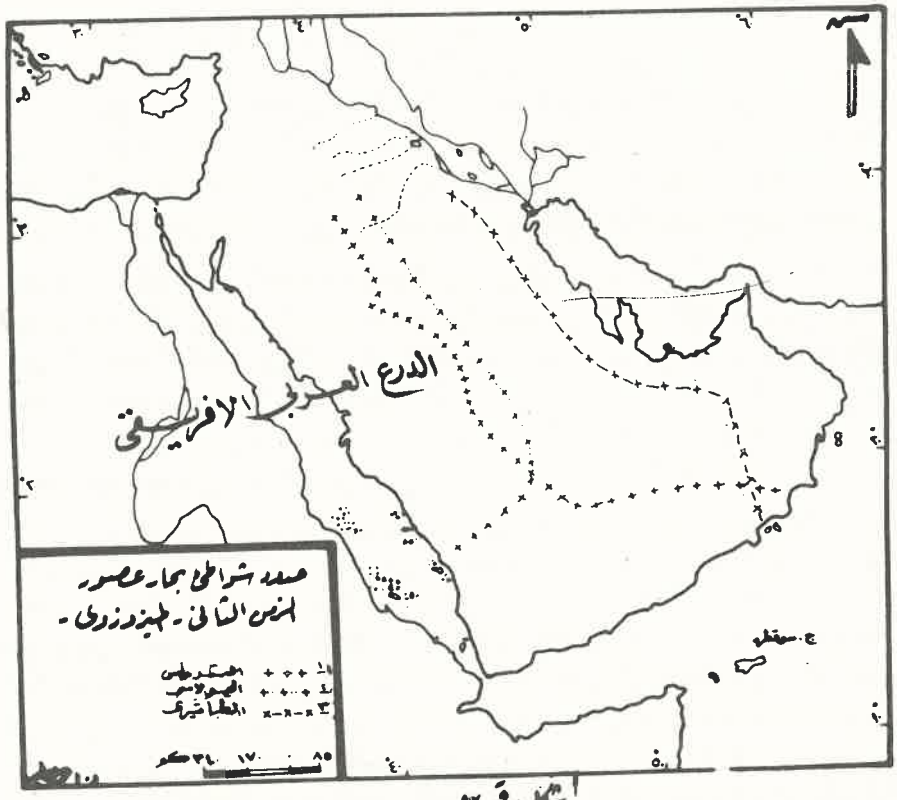
تتصف احداثه الجيولوجية والحيوية بانها حافلة في هذا الجزء من العالم كغيره من مناطق العالم اذ انعكست على تعدد عصوره بل وتقسيمـــه الى فترتين متمايزتين في احداثهما وطولها وبالتالي في عدد عصورهما كما يلي : ــ

أ ــ الزمن الثالث « الفترة الثلاثية » Tertiary وقد قسم الـــى خمسة عصور متمايزة في احداثها الجيولوجية والحيوية استغرقت جميعها نحو ٦٢½ مليون سنة من العمر الجيولوجي لهذه المنطقة كما يلي :

١ ــ ففي عصر الايوسين Eocene (استغرق نحو ١٦ مليون سنة) اندفع البحر بقوة نحو اليابس باتجاه الشمال والشرق جريا وراء انخفـاض اراضي تلك المناطق وكانت مناطق شرق شبه الجزيرة العربية تشتمل اعمق اجزاء ذلك البحر (شكل رقم ــ ١٥) وقد صاحب ذلك الاندفاع ترسيب طبقـات من الصخور الجيرية مع طبقات من المارل Marl والانهدريت السميكة ووجدت اسمك طبقاتها في اراضي بحثنا هذا وشمال شرق الجزيرة وجنوب العراق وهذا الذي يؤكد عمق ذلك البحر فوق أراضي شرق شبه الجزيرة العربية ، وقـد اثبتت تلك التكوينات ان البحر الايوسيني كان شبه مغلقا بسبب عودة اليابس الى الارتفاع البطيء باتجاه الشرق حتى اتخذ صورته الحالية (اليابس والخليج العربي) اي انها لم تعد لتنخفض وفي اواسط هذا العصر برزت هذه الظاهرة وبالتالي بدء انحسار البحر نحو الشرق حيث حفرة الخليج العربي الحالية وجزء من موقع جبال زاجروس ولم يتقدم البحر الايوسيني الا على شكل ترددات قصيرة في الشرق تاركا ترسيباته على شكل يابس لعوامل التعرية منذ ذلك الوقت وقد بقيت مياه ما يسمى الان بالخليج العربي تمثل اعمق جهات ذلـك

★ عدم ورود عصر الـ Paleocena في هذه الفترة لا يؤثر على موضوعية البحث من حيث منطقة اختصاصه التي لم يترك فيها هذا العصر احداثا جيولوجية بارزة (المحرر) .

البحر مما جعل قاعها يستقبل المزيد من الترسيبات البحرية والطفيلية عبر هذا العصر والعصور التالية حتى الان ، وفي اواخر الايوسين بدأت حركة رفع رأسية للياسة لتقلل من عمق حوض الخليج وقلة كمية وطبقات الرسوبات



شكل رقم ٣

البحرية وزيادة مساحة يابس شرق شبه الجزيرة نحو الشرق لتظهر التكوينات الايوسينية على السطح مباشرة وتبدأ عوامل التعرية عملها فيها مما صاحب عملية الرفع تلك ظهور عدد من الجزر والمساحات الرملية (الفنثوت) (١١) في غرب الخليج العربي ، ويطلق على تكوينات هذا العصر الجيولوجية اسماء محلية مثل دولوميت الخبر وطبقة الرس وتكوينات الدمام ، وقد ظهرت في هذا العصر حيوانات بحرية اسمها النومولیت (الصورة رقم —١—) وبدء ظهور بعض الصور الحديثة للحياة

٢ — اما في عصر الاليجوسين Oligocene او ما يسمى بفترة النيوجين (استغرق نحو ١١ مليون سنة) فقد ظهرت تكويناته في شرق الاقليم فقط والذي

كان لا يزال يغمر بمياه بحر تش القديم ويرسب فوقه ترسيبات بحرية من الحجر الجيري ويطلق عليه هنا اسم « حجر العلات » وهو حجر شديد الصلابة غير متطابق وتظهر هذه التكوينات مباشرة على السطح في بعض المناطق بدليل ان المناطق الاحدث منها قد نحتت هنا تماما ، وفي هذا العصر ظهرت صور حيوية ارقى تتمثل في القردة والثدييات الراقية وتحجر بعض الغابات .

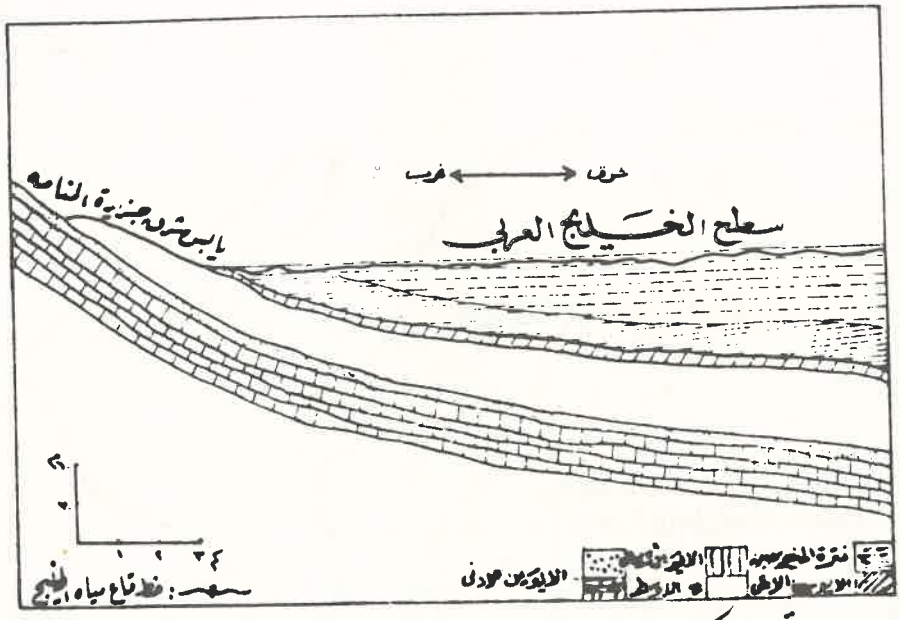
٣ ــ وفي عصر المايوسين Miocene (استغرق نحو ١٩ مليون سنة) وهو من اهم العصور الجيولوجية في المنطقة بقى يابسها دون طغيان المياه البحرية عليها هذا ما عدا اقصى شرقها والجزر المواجهة له حيث كانت مغمورة بمياه البحر (شكل رقم ــ٥ــ) واستقبلت تكوينات جيولوجية من صخور الجير والدولوميت الجيري والتكوينات الطباشيرية وتكوينات جيرية طينية ناعمة كالطفل كما تظهر ضمن تكويناته طبقات متداخله من الحجر الجيري مكونة كتلا من الـ Milliolidae ويطلق على التكوينات المايوسينية تسميات خاصة مثل طبقات الدمام والهادركة وفي أواخر هذا العصر عادت حركة الدفع الراسية لنشاطها ليتقهقر البحر معها نحو الشرق وليزيد من مساحة يابس اقصى الاقليم والجزر المواجهة وفي هذا العصر ظهرت الثدييات الكبرى Mammals

٤ ــ أما عن تكوينات عصر البلايوسين Pliocene (استغرق نحو ٥ ملايين سنة) فليس لهذا العصر في اراضي هذا الاقليم اي تكوينات بسبب انحسار البحر عنها منذ اواخر المايوسين دون رجعة (شكل رقم ــ٥ــ) فيما عدا ما هو مرسب منها تحت مياه الخليج العربي الحالية ، بينما تؤكد على تكون طبقات من الصخور القارية كنتيجة لنحت ونقل وترسيب عوامل التعرية الظاهرة عبر سنوات هذا العصر الطويل ، وهو آخر عصور الكلينزوي الثلاثي ، وبالنسبة للنشاط الحيوي في البلايوسين فقد كان اشهرها ظهور الانسان القديم في اول صورة وان كان لم يكتشف له اي مقبرة وقد جاء هذا الافتراض الحيوي بأن يابس هذا الاقليم كغيره من مناطق اليابس البلايوسيني يستقبل الانسان في اول صوره الحياتية .

ب ــ الزمن الثالث « الفترة الرباعية » Querternary وهي الفترة الاخيرة والاحدث في عمر الارض الجيولوجي ، وقد بدأت منذ نحو مليونين من السنوات وحتى يومنا هذا ونظرا لاختلاف الاحداث الجيولوجية خلالها فقد قسمت الفترة المنقضية منها وحتى الان الى عصرين جيولوجيين متمايزين في طولهما واحداثهما هما عصر البلاستوسين (العصر المطير) وعصر الهوليوسين (الحديث) Helocene شكل رقم (٦) ويتشابه هذان العصران في بقاء يابس منطقة البحث ضمن يابس شبه الجزيرة العربية وان التوزيع بين اليابس والماء بقى كما هو ما عدا

بعض التغيرات البسيطة جدا ، ولم يعد البحر الى الطغيان بل استمـــر في الانحسار البطيء الذي يلاحظ بواسطة الاجهزة ومحطات الرصد ، وقد ترك لنا ذلك الانحسار عبر هذا العمر القصير نسبيا تكوينات بحرية بلاستوسينيـــة وهوليوسينية على الشواطيء مباشرة وحول شواطيء الجزر العربية في غرب الخليج العربي بالاضافة الى المساحات الواسعة من الترسيبات القادمة خلال هذين العصرين ، اما بالنسبة للمميزات الخاصة لكل عصر منهما فقد ساد في عصر البلاستوسين اراضي هذا البحث نزول الامطار الغزيرة على فترات طويلة متقطعة تكون في مجموعها التسمية الثانية لهذا « العصر المطير » وقد صاحب هذه الامطار انخفاض ملحوظ في معدلات درجات الحراره ولكنها لم تصل الى معدلات التجمد كما كان في يابس ما بعد درجتي عرض ٤٠ شروج .

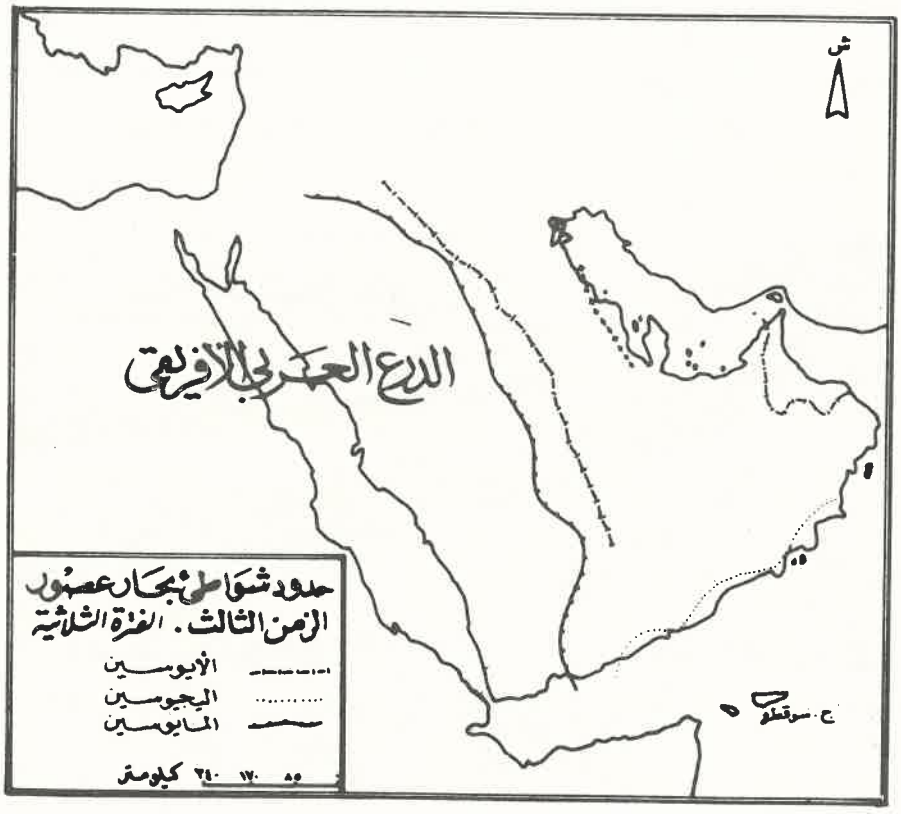
وقد اصبحت الامطار الغزيرة هذه ضمن اهم العوامل الظاهرية التي فككت ونحتت ورسبت التكوينات الجيولوجية للعصور السابقة حسب ظهورهما على السطح كما ساهمت تلك الامطار في تشكيل مظاهر السطح الرئيسية التي لا يزال الكثير منها قائما كدليل حتى اليوم كعشرات الاودية الجافة في صحاري



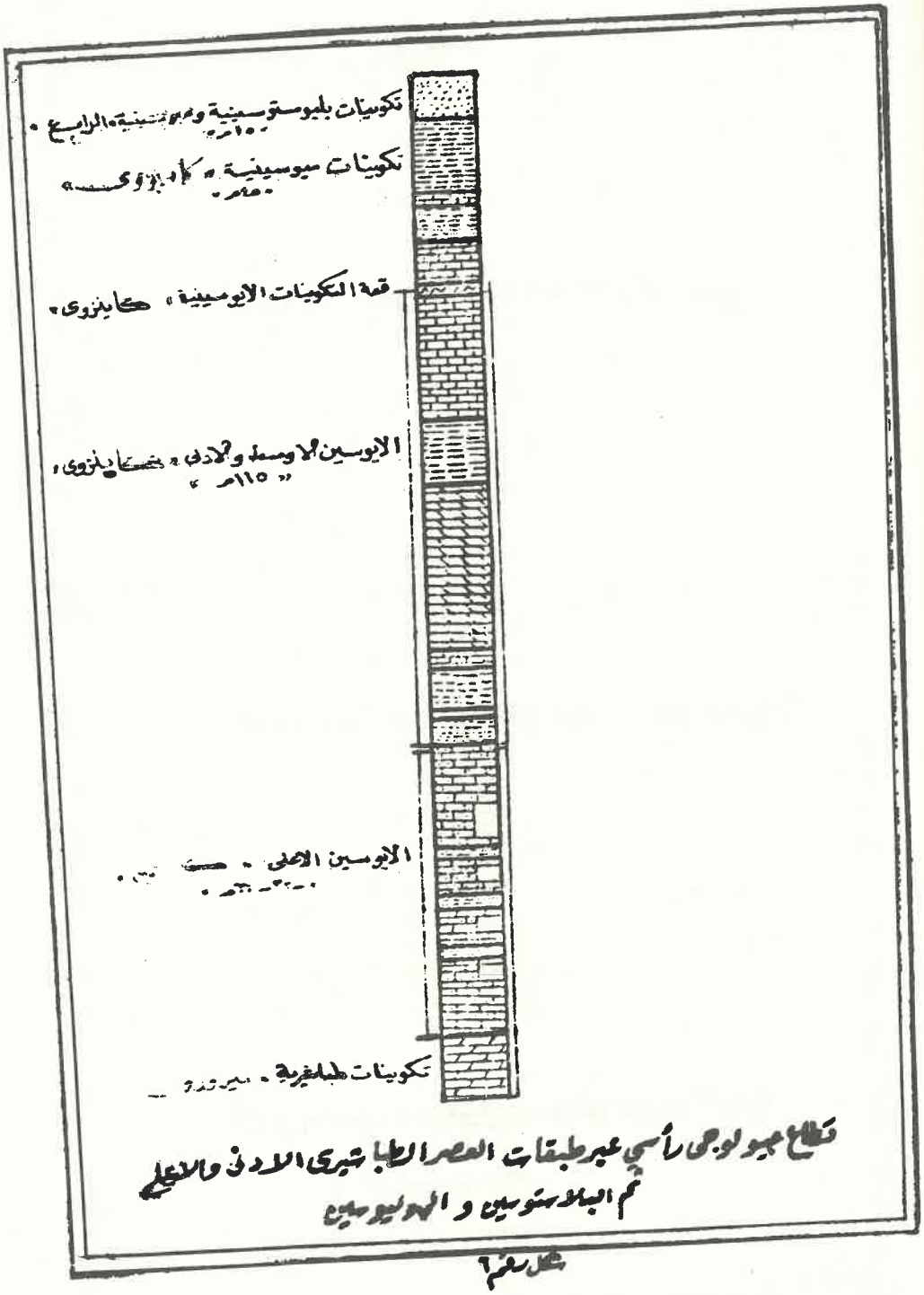
قطاع لتكوينات جيولوجيه على عمق نحو ... م تحت
سطح مياه الخليج العربي " اشرده جزيرة البحرين "

شكل رقم ٤

الاحساء وشرق هضبة نجد وجبال عمان واراضي الكويت والسبخات الملحية، كما تركت لنا مئات من الكثبان الرملية المتحركة في مختلف الاتجاهات بينما بعضها متماسك بفعل احدى عوامل الالتحام ، اذن فالسبب الرئيسي في الفصل بين هذين العصرين في هذه الفترة من الكاينوزري هو وجود ظاهرة المطر في هذه المرحلة الاولى بينما تميز العصر الحديث recent والذي نعيش نحن بعضا من سنواته الطويلة والتي بدات منذ نحو خمسة ملايين سنة بينما لا نعلم بحدها الاقصى فقد تميز بتكون ما نسميه بالتكوينات الجيولوجية الحديثة على شكل حصي ورمال بمختلف مراحل تكوينها الميكانيكي واصداف بحرية (محارات واصداف) وطمي وطفل بعضها بحرى وتركزه على الشواطيء وبعضها قاري تفترش مساحات واسعة من يابس هذا الاقليم مغطية تكوينات العصور السابقة لهـا ولا شك ان التكوينات الحديثة هذه هي من صنع عوامل التعريـة الظاهرية (١٢) خلال هذا العصر وسابقة البلاستوسين .

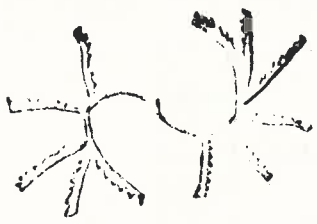


شكل رقم ٥

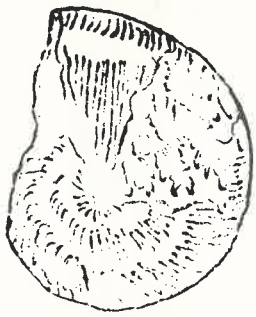


قطاع جيولوجى رأسي عبر طبقات العصر الطباشيرى الادنى والاعلى
ثم الباليوسين و الايوسين

شكل رقم ٦



الصوره ـ أ ـ الجرابتوليت وهوحيوان بحري .



الصوره ـ ب ـ حيوان محاري بحري يسمى الاموبيت

الصوره ـ جـ ـ التوموليت وهوحيوان بحري

(الصوره رقم ـ ١ ـ)

د ١ حرخط

شكل رقم ٧

ويستمر خلال هذا العصر نشاط الارسابات البحرية ولكن على نطاق ضيق بالنسبة لنشاط عصور الباليوزوي والميزوزوي ، فهناك التكوينات المارل والطفل التي يقذف بها شط العرب والانهار الاخرى في منخفض الخليج العربي خلال عمر هذا العصر ، والتي اظهرتها اعمال البحث عن مصائد النفط البحريـــة العربية والايرانية (اللامفيبية Lamefeble)

الخاتمة

لا شك ان معلومات هذا البحث والمتعلقة بالتكوينات الجيولوجية لوسط وشرق شبه الجزيرة العربية قد وضعت امامنا عدة حقائق بعضها ايجابي وقليل منها سلبي عن هذه الناحية الطبيعية في هذا الاقليم نعرضها فيما يلي :

اولا فيما يتعلق بالمياه الجوفية : حددت نتائج الدراسات الجيولوجيـــة الكثير من الحقائق الهيدرولوجية مثل تحديد الطبقات الحاملة للمياه العذبة التي تغذى عيون وابار اراضي الاقليم ونسبة ملوحة مياهها ومصدرها فقد ركزت جميعها على ان الطبقات الايوسينية (الميزوزوي) فيها اهم الطبقات المائيـــة العذبة والمستقلة حاليا ، كما حددت مشاكل تلك الطبقات المائية مسهلة لحكومات السعودية ، قطر ، البحرين ، الكويت والامارات العربية من وضع حلول لتلك المشاكل ووضع مشاريع انمائية هيدرولوجية .

ثانيا : وفيما يخص النفط والغاز الطبيعي : فقد كان البحث عن هاتين الثروتين هو مفتاح الدراسات الجيولوجية لوسط وشرق شبه الجزيرة العربية حيث ارتبط ببحث شركات النفط الامريكية والاوروبية وعلى راسها شركات مؤسسة كالتكس الامريكية عن الطبقات الجيولوجية المحتوية لمصائد النفط والغاز وتحديد الانماط (الطبقات) الجيولوجية الحاملة لها وقد اثبتت تلك الدراسات ان التكوينات الايوسينية تكاد تحتكر تلك الانماط النفطية في حقول الامارات العربيـــــة والسعودية مما اكسب تلك التكوينات شهرة ما بعدها شهرة بين الطبقـــات الجيولوجية كلها واكسبها اهتماما جيولوجي تلك الشركات ، كذلك وضعـــت الدراسات الجيولوجية معلومات دقيقة وضرورية لشركات النفط لاختيار مواقع منشأتها كمصافي النفط ومدنها (عوالي، الظهران، الاحمدي، ام سعيد، سره،) الوفرة ، ميناء الاحمدي) ومواقع خزاناتها حيث اكدت تلك الدراسات علـــى استقرار وثبات طبقاتها الجيولوجية ومقاومتها للحركات الباطنية السريعـــة او البطيئـــــة .

ثالثا : وفيما يختص باستغلال الصخور فقد حددت الدراسات الجيولوجية وصنفت اهمية الصخور الرسوبية لجميع العصور فيما بعد الاركي ونحصي

الجـدول رقـم (١) التاريخ الجيولوجي لوسط وشرق شبه الجزيرة العربية (١)

الرقم	الزمـن	العصـر	الوقت بالمليون منه	حالـة البحـر	التكوينـات الجيولوجيـة
٥	الرباعي « الكوارترنري »	الهولوسين	٠/١ مليون سنة	الخليـج العربي بصورته الراهنة	ترسيبات بحرية وقارية على الشواطىء على شكل رمال شاطئية وأصداف بحرية « صبان » وتكوينات من السفر الجيري والكلس الطيني على شكل ترسيبات متماسكة في المناطق البحرية الشاطئية .
		البلايستوسين	٢	بدأ الخليج العربي يتخذ شكله الحالي .	اخذت الرياح وعوامل التعرية الاخرى في تفتيت الصخور المكونة للمرتفعات النتوءات ونقل فتاتها الى السهول والمنخفضات كما اخذت السيول تجري وتندفع والوديان تشق والحصباء تنتشر والشواطىء تبنى وتهدم .
٤	الثلاثي « الترتياري »	البلايوسين	٥	استمر البحر محيطا بالتواء جزر الخليج العربي واشباه جزر شرق الجزيرة العربية .	نفس تكوينات المايوسين فيما عدا عدم احتوائها على اي طبقة مائية جوفية .
		المايوسين	١٩	منخفض بحري حول التواء جزر الخليج على شكل حزام .	اتخذت جزر الخليج وشواطئه المظهر الجيولوجي والنباتي الحالي وصخور جيرية ودولوميت جيري وطباشيري مخلوط بتكوينات جيرية طينية ناعمة كالطفل ثم الحجر الجيري الابيض وبعض تكوينات الطين والمارل ــ والحجر الرخو حسب تطورات البحر في ذلك الوقت .
		الاليجوسين	١١	انحسر البحر عن ارض شبه الجزيرة العربية فيما عدا موقع الخليج العربي الحالي وبعض الخلجان البحرية الاخرى .	نشاط عوامل التعرية مع بعض الحركات الباطنية .
		الايوسين	١٦	طغيان البحر نحو الشمال والشرق على جميع ما هو يابس في هذه المناطق من شبه الجزيرة العربية .	صخور جيرية بحرية ومارل عميق والهدويت ، تكوينات الرس الشهيرة وهي من الطباشير والحجر الصواني الفتي مع الحجر الجيري الدولوميتي ، العديد من تشكيلات حجر الكوارتز الهوليوسين ومحتوى بعضها على مثل تكوينات ام الردومه في السعودية ، تكوينات المارل البرتقالي .
٣	الثلاثي « المايوزوي »	الطباشيري	٧١	طغيان البحر في بدايته ثم بدأ انحساره نحو الشرق والشمال الشرقي وقد عاد ليطغى في اواخره (في العصر المستريخي) .	تكوينات جيرية رملية وسحنات طباشيرية وسحنات بحرية تفتيتية .

	الجوارسي	٥٤	تردد البحر بين الطغيان والتراجع ولكنه عاد لطغى في اواخره على شمال وشرق شبه الجزيرة .	العاقات الجيرية الطينية دقيقة الحبيبات ثم صخور جيرية تفتيتية وسمك مثل من الانهدويت ثم صخور جيرية من اربعة انماط هي اساس التكوينات النفطية .
	الترياسي	٢٥	طغيان البحر على غرب وجنوب شبه الجزيرة ويعود في اواخره بين الطغيان والتراجع .	صخور بحرية من الطفل والجبس والرمل وراقات من الانهوريت والحجر الجيري والطفل وبعض من الحجر الرملي .
	البرمي	٥٥	استمرار انحسار البحر حتى اواخره حين عاد ليطغ على اثر هبوط يابس الجزيرة ثم يعود في اواخره للتراجع	طبقات من الحجر الجيري قرب شاطئيه والدولوميت والتبخرات .
	الكربوني	٦٥	استمرار تراجع البحر وارتفاع ارض شبه الجزيرة مع تعرض يابس شبه الجزيرة في معظم اجزائه لعوامل التعرية الظاهرية .	سحنات شاطئية قرب شاطئيه .
٢ الاول « الباليوزوي »	الديفوني	٥٠	استمرار تراجع البحر وارتفاع ارض شبه الجزيرة معدم ظهور اي من الجزر او اشباه الجزر الحالية .	السحنات الطفيلية الغشنة ورملية وطبقات من الحجر الجيري والدولوميت .
	السيلوري	٣٥	البحر وزيادة عمقه في اواخره بدا البحر في مراعه مع المانس وتراجع نحو الشرق .وعدم ظهور اي من الجزر واشباه الجزر الحالية .	رسوبات من الطفل والطفل الرملي متعاقبة مع الحجر الرملي وتوقف تكوين المتبخرات الجرانبوليات .
	الاردوفيشي	٧٠	لم يعرف عنه شيء .	لم يتعرف على تكوينات له في شبه الجزيرة العربية .
	الكمبري	٧٠	بحر مغلق وشبه مغلق يغطي معظم شبه الجزيرة .	تكوينات قارية وبحرية ضحلة من الرسوبات الملحية والتفتيتية والكلسية المخلوطة ببعض التكوينات الجبسية ثم الاندفاعات الملحية الناتجة عن جوض المتبخرات .
١ الاركي « ما قبل الكمبري »	ـــــ	٢٠٠	كانت ارض وسط وشرق شبه الجزيرة العربية ضمن شمال ارض قارة جندوانا .	صخور اركيه « نارية ومتحولة » قاومت الحركات الارضية تكون الاساس للبناء الجيولوجي لوسط وشرق الجزيرة ــ تعرضت تلك الصخور لعوامل النحت والتعرية فترة طويلة ادت الى خفض سطحها ومستواها نتيجة لطغيان بحر تنش عليها في عصور زمن الباليوزوي وما بعده .

(١) من وضع الباحث وهو اول جدول يوضح عن جيولوجية ارض عربية .

منها صخور العصور الحديثة والاحدث والتي سيسهل على الانسان الحصول عليها واستغلالها كالصخور الكلسية والطينية والجبس في تكوينات العصر الايوسيني ثم التكوينات الحديثة كالرمال الشاطئية والعقد الصوانية والطبقات الملحية وقد درج سكان هذه الاراضي العربية على استغلالها منذ عشرات السنين بطرقهم التقليدية ورغم الاهمية الاقتصادية لاستغلال تلك الانواع من الصخور الا ان المجال للمزيد من الاستثمار لتلك الصخور ما زال متوقعا على اثر التوسع في المجهودات التقنية وبالتالي الاستفادة الكاملة من نتائج الدراسات الجيولوجية للمنطقة .

رابعا : وفيما يخص مظاهر السطح في هذه الاراضي العربية فقد حددت الحركات الجيولوجية الممتدة فيما بين عصري الكمبري والهوليوسين اسباب وجود المظاهر التضاريسية الرئيسية وقليل من المظاهر الثانوية في هذه الاراضي كالكثبان الرملية وصحاري الحماده ، والاودية الجافة والجزر الخليجية وهضبة نجد وجبال عمان ..... الخ .

خامسا : وفيما يخص التربة : حددت لنا الدراسات الجيولوجية ودراسات التربة في هذه الاراضي انواع التربة المستغلة وغير المستغلة فبعضها محلية الاصل والاخر منقولة كما صنفت التربة حسب اصلها الميكانيكي والكيماوي ولونها وتحديد خصوبتها وكيفية استغلالها ، هذا عن النتائج الايجابية لهذه الدراسة الجيولوجية وبالرغم من تعدد تلك النتائج الايجابية فهناك نتائج ونواح سلبية في الدراسات الجيولوجية التي قامت بها شركات النفط او في هذه الدراسة تتمثل في النقاط التالية :-

١ - ان جميع الدراسات الجيولوجية قد قامت بها شركات او جهات رسمية امريكية او اوروبية احتفظت بنتائجها لنفسها فيما عدا ما هو غير مهم عند حكومات اراضي هذا الاقليم ، وهذا ما لمسه الباحث من خلال اتصالاته بتلك الشركات والجهات الحكومية مما يضيع على الدول العربية في هذه المنطقة فرص الاستفادة من جميع نتائج تلك الدراسات ، وعليه فلا بد من ان تقوم تلك الحكومات ومؤسساتها العلمية باعادة تقييم الدراسات الجيولوجية لاراضيها واحتوائها للنتائج التفصيلية الحقة والاستفادة من الايجابي منها ومعالجة السلبي منها خاصة وانه يتوفر لدى تلك الحكومات (السعودية ، الكويت ، قطر ، البحرين ثم الامارات العربية) الامكانيات المالية وبالتالي الفنية للقيام بمثل هذه الدراسات المقترحة .

٢ - ان الدارسات الجيولوجية التي تمت حتى الان اقتصرت على البحث عن النفط والغاز الطبيعي مع قليل من الاهتمام في البحث عن المياه الجوفية بينما

ما تخصص منها للبحث عن المعادن السطحية او الباطنية فتكاد لا تذكر ممـــا يخلف أمامنا نتيجتين ، اولاهما أن الامل لا يزال قائما في اكتشاف انواع جديدة من المعادن التي تحتويها التكوينات الجيولوجية لاراضي هذه المنطقة وبالتالي استغلالها وتنويع مصادر الدخل القومي لحكومات هذه المنطقة وتقوية اقتصادها وما سينتج عنه من تقوية لدفاعها ومجتمعاتها ومسؤلياتها الوطنية والقومية .

وثانيتهما أنه يتحتم على تلك الحكومـــات باعـــادة تقييـــم الـــدراسات الجيولوجية المختصة بالنفط والغاز .

ويجب أن لا ننسى استغلال الامكانات الفنية التقنية لشركات النفـــط هنا كارامكو وبابكو ونفط الكويت ونفط قطر والبريطانية للنفط .... بحكـــم تبادل المصالح وضمن برامج التعاون بينها وبين تلك الحكومات .

الهوامش

١ — يقصد بها التطور الجيولوجي لطبقة السالسيما وهي قشرة الغلاف للكوكب الارضي ويتراوح سمكها ما بين ١٢ — ١٧ كم وهي الطبقة التي استطاع الانسان حتى الان استكمال دراستها ، وهي تتكون من تكوينات جرانيتيه وبازلتيه وتكوينات حديثة كالرمال والحصي ومصائد النفط والغاز الطبيعي وجميع المعادن المستقلة .

٢ — يختلف علماء السيسمولوجيا والجيوديسيا حول تقدير سنوات هذا العمر ، فبعضهم يقـــدره بعشرة ملايين سنة والبعض الاخر يقدره بنحو الف مليون سنة .

٣ — وهي حركات رافعة او هابطة تصيب مساحات واسعة من اليابس لترفعها بالنسبة لمـــا يجاورها او ترفع ما يجاورها لتبقى هي على ما هي وهذا ما ينطبق على الحركة البانية للسهل الروسي العظيم وسهول شمال كندا ....

٤ — من وضع الباحث مع الاستعانة بنتائج البحث وبعض المصادر .

٥ — تعبير أطلقه بعض الجيولوجيون العرب على الارض التي تتكون منها شبه الجزيرة والصحراء الافريقية الكبرى ، والتي هي عبارة عن اصل من قارة جندوانا .

٦ — حيوانات بحرية لافقريه تسمى احيانا البوريفرا Porefira وهي ذات شكل حلزوني او متقـــوس .

٧ — هناك رأي متطرف مفاده ان هذه الحركة هي بداية الحركة الالبية التي بنت سلسلة جبال عمان وجميع الاحواض التي تحتوي على مصائد النفط الحالية في شرق شبه الجزيرة العربية .

٨ — تسمى هذه الفترة بالعمر (الكامياني) .

٩ — تسمى هذه الفترة بالعمر (المستريخي) .

١٠ — الفشت تعبير فارسي سائد في اللهجات العربية في شرق شبه الجزيرة يطلق علـــى الاجزاء الضحلة او الرملية التي تظهر فوق سطح مياه الخليج العربي .

١١ — بالتفصيل في ص ( )

المراجـــع والمصادر

اولا : المراجـــــع والمصادر العربية .

١ ــ د. زغلول راغب النجار . (١٩٦٨) « شبه الجزيرة عبر الازمنة الجيولوجية » . المحاضرة عشر ، الموسم الثقافي ، ١٩٦٨ جامعة الكويت .

٢ ــ شركة نفط البحرين المحدودة . (١٩٤٨) . **جيولوجية البحرين . عوالي .**

٣ ــ مناقشات الباحث مع المسؤولين المتخصصين في حكومات وشركات النفط في الاقليم .

٤ ــ ملفات وأبحاث الوزارات والشركات المتخصصة فيحكومات السعودية والكويت وقطر والبحرين.

1. Crary, D.D. "Recent Agricultural Development in Saudi Arabia" GEOGRAPHICAL REVIEW. Vol. XII, 1951.
2. Fisher, W.B. THE MIDDLE EAST. London: 1963.
3. Katib, A.B. & Kadry L.T. REGIONAL WATER RESOURCES DEVELOPMENT AND SOIL SURVEY. (F.A.O.). Cairo: 1969.
4. Kichter, R. and Reniz G. ARAMCO HAND-BOOK. Netherland 1966.
5. Powrs, R.W. and Others. GEOLOGY OF THE ARABIAN PENINSULA–SAUDI ARABIA. Washington: 1966.
6. Sutcliffe. J.V. REPORT ON GROUND WATER EXTRACTION ON BAHRAIN ISLAND AND COSTAL HASSA. Manama: 1955
7. Walton. K. THE ARID ZONES. London: 1969.
8. Willis, R.P. GEOLOGY OF THE ARABIAN PENINSULA. Bahrain-Washington: 1969.